

泌阳凹陷复杂断块群油藏特征及勘探技术

林社卿,李连生,白振瑞,宋长青,朱景修

(河南石油勘探开发研究院,河南南阳 473132)

摘要:泌阳凹陷北部斜坡具有优越的油气富集条件。断裂系统、鼻状构造产状、砂体展布及三者的配置关系控制着斜坡带油气藏的类型和分布,西部古城油田以断鼻油藏为主,东部以断块、断层+岩性油藏为主。断层的形成时期晚于油气大规模运移期,各油田纵向上含油层位跨度大,主力油层分布集中,不同断块主力含油层位一致;从南向北油层埋藏深度逐渐变浅,原油性质相应变差;油层厚度薄,多数以中薄层为主;单个断鼻、断块含油带窄,低部位迅速变为水层,并具有多套独立的油水系统。准确落实断裂系统及其空间展布是勘探成败的关键。迅速发展的三维地震勘探、定向井钻探、井筒及油层保护等配套技术系列的应用,提高了复杂断鼻、断块群油气藏的勘探效益。

关键词:泌阳凹陷;断鼻;断块群;油藏特征;勘探技术

中图分类号:TE112.33

文献标识码:A

泌阳凹陷基底为秦岭褶皱带元古界变质岩系,积盖层主要为新生界,最厚约8000 m,发育地层自下而上划分为玉皇顶组、大仓房组、核桃园组、廖庄组、上第三系上寺组、第四系平原组,其中下第三系构成一个完整的沉积旋回。旋回中部的核桃园组是主要含油气目的层。

根据沉积构造和油气藏分布特征以及现今的构造格局,泌阳凹陷可划分为北部斜坡带、中部凹陷带和南部断阶带。凹陷中褶皱不发育,主要形成了一系列的鼻状构造,以非背斜圈闭油气藏类型为主。砂岩上倾尖灭油藏沿南部边界断裂分布,是主要的油藏类型。复杂断鼻、断块油藏主要分布在北部斜坡带上,该带是沉积构造复合斜坡,自西向东发育有古城、张厂、王集、侯庄等多个三角洲砂体,各个砂体复合连片,提供了良好的储集条件。沿着各三角洲沉积体系主体部位发育的鼻状构造向凹陷中心倾没,是油气富集成藏的有利场所。廖庄组沉积末期,北部斜坡强烈抬升,同时张扭性的构造应力场,导致在鼻状构造背景上发育了复杂的断裂系统,形成了一系列复杂的断鼻、断块群。

2 斜坡带断鼻断块群油气富集条件

(1)斜坡带发育一系列的鼻状构造,自西向

东分布有古城鼻状构造、付湾鼻状构造、杨楼-王集-新庄鼻状构造,东西两端的杨楼-王集-新庄、古城鼻状构造规模大,付湾仅属微幅度鼻状构造。每个鼻状构造上都发育有已知油田。

(2)泌阳凹陷北部物源体系的三角洲砂体分布广泛,古城、张厂、侯庄等砂体向南伸入深凹陷区,储层十分发育。西部的古城三角洲砂体向南延伸,与南部物源体系的双河砂体交汇;东部的侯庄三角洲向南一直延伸到下二门西南斜坡和深凹陷区。平面上砂体呈群边状,形成广泛的连片分布,侯庄三角洲面积最大可达170 km²。

(3)继承性稳定发育的构造-沉积斜坡带紧邻有效烃源岩分布区,是油气长期运移的指向区。泌阳凹陷深凹区范围大,而且斜坡内带烃源岩已进入成熟门限,油源充足,众多砂体伸入油源区,垂向上与烃源岩构成指状互层式生储组合,运移通道发育。北部斜坡油气运移的规律主要遵从以下两点:①总体上从南向北,由构造低部位向高部位运移,局部构造上首先向鼻状构造轴部运移,而后沿鼻状构造轴线向高部位运移;②根据优势运

收稿日期:2000-12-28; 改回日期:2001-08-05

作者简介:林社卿,高级工程师,1963年生。1988年毕业于中国地质大学石油地质专业。一直从事石油勘探综合研究工作。电话:0377-3833161

移通道理论,油气主要沿连通性好的砂体向砂体根部运移。这两点从根本上控制着北部斜坡油气藏的规模及分布。

(4)复杂的断裂体系切割鼻状构造,形成复杂的断鼻、断块群,是北部斜坡带油气成藏的圈闭基础。斜坡带不同部位发育的断层产状不同,导致形成不同的圈闭类型。

斜坡带西部古城地区发育的断层主要受唐河-梨园边界大断裂控制,断层成南西西走向,基本横切古城鼻状构造,形成古城断鼻群。王集-新庄地区断裂系统形成于北东走向的伸展构造体系域,以发育北东走向的张扭性断层为主(图1),同时为了保持变形守恒而沿北东向主断层的上升盘一侧发生应力传递,形成近垂直于主断层的小型传递断层。两组断层在平面上形成成排分布的透瓦状屋脊断块群,断层封闭性的差异控制着断块的含油性。同时,北东向主断层与分支河道砂体配置可以形成断层+岩性油气藏。

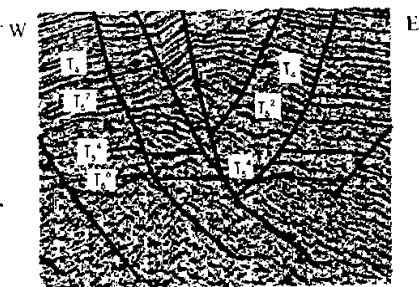


图1 王集油田三维地震 CR780 剖面

(5)埋藏深度不同,原油性质明显差异。

泌阳凹陷北部斜坡为一稳定发展的构造-沉积斜坡,又经历了廖庄组沉积末期不同程度的构造抬升剥蚀,斜坡内带剥蚀弱,油层埋深大于1000 m,保存条件相对较好,为可以常规开采的普通稠油藏,如古城油田南三块、王集油田;斜坡外带,残余核桃园组埋藏浅,油气藏保存条件差,主要形成特稠油藏和超稠油藏,甚至见到沥青塞封堵油藏。

2 复杂断鼻、断块群油藏特征

泌阳凹陷复杂断鼻、断块群油气藏基本分布在北部斜坡带上,根据构造形态和圈闭条件分析,复杂断鼻、断块群油藏主要包括断鼻油气藏、断块油藏和断层+岩性油藏三种。

断鼻油藏:系有断层切割鼻状构造构成断鼻圈闭而形成的油藏。主要分布于斜坡带西部古城鼻状构造,是古城油田的主要油藏类型。

断块油藏:该类油藏是在鼻状构造,或单斜坡背景下,地层被两条以上断层切割为一系列封闭的断块而形成。断块剖面形态主要为反向正断层之间的抬斜屋脊式断块,面积一般小于1 km²。主要分布于斜坡带东部的杨楼-王集-新庄鼻状构造,杨楼、王集油田西北部。

断层+岩性复合油藏:断层+岩性油藏主要指砂岩尖灭加断层遮挡构成圈闭而形成的油藏。主要分布于王集油田东南部,因为岩性圈闭的性能优于断层,所以此类油藏含油丰度高于断块油藏。

复杂断鼻、断块群油藏具有如下特征:

(1)纵向上含油层位跨度大,主力油层段分布集中,同一鼻状构造背景下主力油层段基本相同的特征。如古城油田主力油层为H3Ⅳ、V油组(图2),王集油田主力油层为H3Ⅱ、Ⅲ油组。

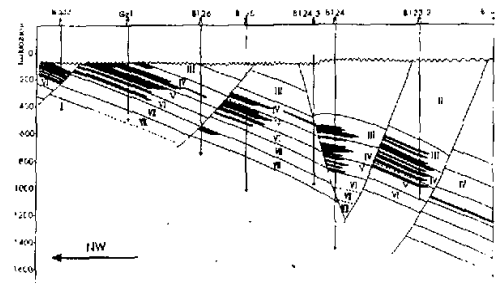


图2 古城油田沿鼻状构造轴向油藏剖面

(2)从南向北油层埋藏深度逐渐变浅,原油性质相应变差。王集油田南部油层埋深1000~1500 m,原油密度0.9125~0.9400 g/cm³;古城油田南三块油层埋深600~1050 m,原油密度主要为0.8540~0.9080 g/cm³;新庄油田油层埋深136~983 m,原油密度0.9190~0.9814 g/cm³。新庄、古城两油田北侧都发育地层不整合参与圈闭的超稠油藏,甚至形成沥青塞。

(3)油层厚度薄,多数以中薄层为主。古城油田小于3 m的油层数占82.5%,控制厚度占61.1%;王集油田小于4 m的油层数占84.2%,控制厚度占62.4%;新庄油田小于5 m的油层数占84.2%,控制厚度占48.4%。

(4)断鼻、断块、断层+岩性三种基本油藏类型都表现为具有多套独立油水系统的层状边水

油藏,断鼻、断块内油藏具有多个油水界面。

3 构造演化与油气成藏

泌阳凹陷北部斜坡为一长期稳发展的构造-沉积复合斜坡。一系列的鼻状构造与三角洲砂体对应,差异压实作用形成构造雏形,经早第三纪末构造运动定型。断裂体系受控于两条边界断裂,早第三纪末构造运动使北部斜坡强烈抬升,下第三系遭受不同程度剥蚀。此期,基底拉张、翘倾和重力滑动共同作用形成了北部斜坡以张扭性为主的断裂系统。该期构造运动后,整个凹陷处于稳定阶段,接受了上第三系和第四系区域平原沉积,形成统一的南襄盆地。

油源对比表明北部斜坡各油田的原油来自凹陷中心核三上段烃源岩。凹陷中核三下段烃源岩在廖庄组沉积时已全部进入高峰生烃期,核三上段主力生油层(Ⅲ、Ⅳ砂组)在廖庄组沉积末期已进入高峰生烃期。大规模的油气二次运移期和高峰生烃期对应,核三上段生成的油气在廖庄组沉积末期进入排烃和二次运移高峰。

油气运达北部斜坡的时间明显早于盆地的抬升剥蚀和块断作用发生期,垂直或斜切和砂体延伸方向的断裂体系,使油气运移的通道复杂化,但通过断层后油气优先进入原来已经通过油气的储层,形成从南到北不同断块主力油层的一致性。核三下段油气进入北部斜坡时,断鼻、断块群尚无形成,油气直接散失到古地面。被断层封挡的油气,经生物降解、水洗氧化作用和烃类轻质组分的散失,形成断鼻、断块群稠油藏。

4 勘探配套技术

根据泌阳凹陷斜坡带复杂断鼻、断块群油藏聚集规律,此类油藏勘探的关键在于,寻找鼻状构造背景,准确落实鼻状构造发育区带的断裂空间展布,细致开展圈闭评价,指导钻探。主要形成了下列配套技术系列。

(1)在有利区开展高分辨率三维地震勘探,或通过提高地震分辨率的重新处理,可较好地解决复杂断块群的构造解析和储层横向预测。

(2)运用三维地震资料连片处理技术,消除不同年度分块采集三维地震资料区块间边界剖面信噪比低、归位不准造成结合部位构造形态不清的边界效应,利于对整体构造形态的全面认识。

(3)三维地震构造解释技术。①利用工作站人机交互解释系统,对三维地震数据体从不同角度进行动态分析,初步了解、熟悉全区资料特征及地质概况。②在综合标定的基础上,先对过井的骨干剖面进行解释,建立起全区的构造模式,再精雕细刻。③在骨干剖面解释层位的基础上,采用空间自动追踪、面块切片解释等技术,辅以垂直剖面解释、切片解释等,采用由大到小,由粗到细,充分结合钻井地质资料的解释方法。④运用三维可视化技术,分析目标断鼻、断块的空间叠置关系。⑤建立准确的速度场,实现变速成图。

(4)开展地质综合研究,落实含油砂体的空间展布,分析储层物性及影响因素,预测有利储集相带;系统研究复杂断块群油气聚集规律,综合利用各种资料评价和优选圈闭。

(5)应用大斜度定向井技术,少打井、多发现油层,优化井筒配套技术,采取有效的油层保护措施,提高勘探经济效益。

5 勘探前景

复杂断鼻、断块群油藏理论的发展和完善,油气勘探技术的不断更新,为泌阳凹陷斜坡带勘探开发带来了明显的经济效益。王集-新庄断鼻、断块群,自1989至1990年开展三维勘探以来,不断有新的发现,王集油田1990年至今已上交新增探明石油地质储量 $379 \times 10^4 \text{ t}$,新庄油田“九五”期间新发现明石油地质储量 $115 \times 10^4 \text{ t}$ 。新发现泌259、泌浅57、泌浅62等含油断块,控制石油地质储量约 $300 \times 10^4 \text{ t}$ 。为王集油田不断扩大产能,新庄油田稠油常规开采奠定了物质基础。

新近完成的第三次资源评价结果显示,复杂断鼻、断块群油藏勘探仍具有较大的勘探潜力。王集-新庄断鼻、断块群资源探明率仅33.37%,剩余资源量 $3618 \times 10^4 \text{ t}$ 。新庄地区新采集的高分辨率三维地震资料质量有明显提高,资料处理和综合解释后有望发现一批新的断鼻、断块圈闭。

参考文献

- 1 王燮培.石油勘探构造分析[M].武汉:中国地质大学出版社,1990
- 2 王定一.南襄盆地构造形成机制[J].石油与天然气地质,1987,8(4)

编辑:彭明